



UNIVERSIDADES PÚBLICAS DE LA COMUNIDAD DE MADRID
PRUEBA DE ACCESO A ESTUDIOS UNIVERSITARIOS (LOGSE)

Modelo Curso 2009-2010

MATERIA: QUÍMICA

INSTRUCCIONES GENERALES Y VALORACIÓN

La prueba consta de dos opciones, A y B, y el alumno deberá optar por una de las opciones y resolver las tres cuestiones y los dos problemas planteados en ella, sin que pueda elegir cuestiones o problemas de diferentes opciones. Cada cuestión o problema puntuará sobre un máximo de dos puntos. No se contestará ninguna pregunta en este impreso.

TIEMPO: una hora y treinta minutos

OPCIÓN A

Cuestión 1A.- Para el conjunto de números cuánticos que aparecen en los siguientes apartados, explique si pueden corresponder a un orbital atómico y, en los casos afirmativos, indique de qué orbital se trata.

- $n = 5, l = 2, m_l = 2$
- $n = 1, l = 0, m_l = -1/2$
- $n = 2, l = -1, m_l = 1$
- $n = 3, l = 1, m_l = 0$

Puntuación máxima por apartado: 0,5

Cuestión 2A.- Dadas las siguientes sustancias: CO_2 , CF_4 , H_2CO y HF :

- Escriba las estructuras de Lewis de sus moléculas.
- Explique sus geometrías por la teoría de Repulsión de Pares de Electrones de Valencia o por la Teoría de Hibridación.
- Justifique cuáles de estas moléculas tienen momento dipolar distinto de cero.
- Justifique cuáles de estas sustancias presentan enlace de hidrógeno.

Datos. Números atómicos (Z): H = 1; C = 6; O = 8; F = 9

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 3A.- Dado el equilibrio $\text{C (s)} + \text{H}_2\text{O (g)} \rightleftharpoons \text{CO (g)} + \text{H}_2 \text{ (g)}$, justifique si son verdaderas o falsas las siguientes afirmaciones:

- La expresión de la constante de equilibrio K_p es: $K_p = p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2) / \{ p(\text{C}) \cdot p(\text{H}_2\text{O}) \}$
- Al añadir más carbono, el equilibrio se desplaza hacia la derecha.
- En esta reacción, el agua actúa como oxidante.
- El equilibrio se desplaza hacia la izquierda cuando aumenta la presión total del sistema.

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Problema 1A.- En la reacción de combustión del metanol líquido se produce $\text{CO}_2 \text{ (g)}$ y $\text{H}_2\text{O (l)}$. Sabiendo que el metanol tiene una densidad de $0,79 \text{ g}\cdot\text{cm}^{-3}$, calcule:

- La entalpía estándar de combustión del metanol líquido.
- La energía desprendida en la combustión de 1 L de metanol.
- El volumen de oxígeno necesario para la combustión de 1 L de metanol, medido a $37 \text{ }^\circ\text{C}$ y 5 atm.

Datos. $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$. Masas atómicas: C = 12; O = 16; H = 1.

Entalpías estándar de formación en $\text{kJ}\cdot\text{mol}^{-1}$: metanol (l) = -239; $\text{CO}_2 \text{ (g)}$ = -393; $\text{H}_2\text{O (l)}$ = -294.

Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,75 puntos; b) 0,5 puntos.

Problema 2A.- Se disuelven 2,3 g de ácido metanoico en agua hasta un volumen de 250 cm^3 . Calcule:

- El grado de disociación y el pH de la disolución.
- El volumen de hidróxido de potasio 0,5 M necesario para neutralizar 50 cm^3 de la disolución anterior.

Datos: $K_a = 1,8\cdot 10^{-4}$; Masas atómicas: C = 12, O = 16, H = 1

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

OPCIÓN B

Cuestión 1B.- Considere la combustión de tres sustancias: carbón, hidrógeno molecular y etanol.

- Ajuste las correspondientes reacciones de combustión.
- Indique razonadamente cuáles de los reactivos o productos de las mismas tienen entalpía de formación nula.
- Escriba las expresiones para calcular las entalpías de combustión de cada una de las tres reacciones a partir de las entalpías de formación.
- Escriba la expresión de la entalpía de formación del etanol en función únicamente de las entalpías de combustión de las reacciones del apartado a).

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

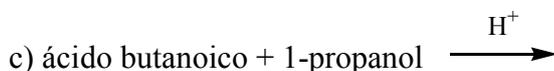
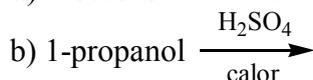
Cuestión 2B.- Dadas las constantes de acidez de las especies químicas CH_3COOH , HF , HSO_4^- y NH_4^+

- Ordene las cuatro especies de mayor a menor acidez.
- Escriba sus correspondientes reacciones de disociación ácida en disolución acuosa.
- Identifique sus bases conjugadas y ordénelas de mayor a menor basicidad.
- Escriba la reacción de transferencia protónica entre la especie química más ácida y la base conjugada más básica.

Datos. $K_a(\text{CH}_3\text{COOH}) = 1,8 \times 10^{-5}$; $K_a(\text{HF}) = 7,2 \times 10^{-4}$; $K_a(\text{HSO}_4^-) = 1,2 \times 10^{-2}$; $K_a(\text{NH}_4^+) = 5,5 \times 10^{-10}$

Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Cuestión 3B.- Complete las siguientes reacciones, escribiendo las fórmulas semidesarrolladas de todos los compuestos orgánicos. Nombre todos los productos obtenidos e indique el tipo de reacción orgánica de que se trata en cada caso.



Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

Problema 1B.- Una mezcla de 2 moles de N_2 y 6 moles de H_2 se calienta hasta 700°C en un reactor de 100 L, estableciéndose el equilibrio $\text{N}_2(\text{g}) + 3\text{H}_2(\text{g}) \rightleftharpoons 2\text{NH}_3(\text{g})$. En estas condiciones se forman 48,28 g de amoníaco en el reactor. Calcule:

- La cantidad en gramos de N_2 y de H_2 en el equilibrio.
- La constante de equilibrio K_c .
- La presión total en el reactor cuando se ha alcanzado el equilibrio.

Datos. Masas atómicas: $\text{N} = 14$, $\text{H} = 1$; $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$

Puntuación máxima por apartado: a) y b) 0,75 puntos; c) 0,5 puntos.

Problema 2B.- La electrólisis de una disolución acuosa de BiCl_3 en medio neutro origina $\text{Bi}(\text{s})$ y $\text{Cl}_2(\text{g})$.

- Escriba las semireacciones iónicas en el cátodo y en el ánodo y la reacción global del proceso, y calcule el potencial estándar correspondiente a la reacción global.
- Calcule la masa de bismuto metálico y el volumen de cloro gaseoso, medido a 25°C y 1 atm, obtenidos al cabo de dos horas, cuando se aplica una corriente de 1,5 A.

Datos. $F = 96485 \text{ C}\cdot\text{mol}^{-1}$; $R = 0,082 \text{ atm}\cdot\text{L}\cdot\text{mol}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$; Masas atómicas: $\text{Cl} = 35,5$; $\text{Bi} = 209,0$

$$E^\circ(\text{Bi}^{3+}/\text{Bi}) = 0,29 \text{ V}; E^\circ(\text{Cl}_2/\text{Cl}^-) = 1,36 \text{ V}$$

Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

QUÍMICA

CRITERIOS ESPECÍFICOS DE CORRECCIÓN

Cada una de las cuestiones y cada uno de los problemas se podrá calificar con un máximo de 2 puntos.

Si se han contestado cuestiones o problemas de más de una opción, únicamente deberán corregirse las cuestiones y problemas de la opción a la que corresponda la cuestión o el problema resuelta en primer lugar.

Se tendrá en cuenta en la calificación de la prueba:

- 1.- Claridad de comprensión y exposición de conceptos.
- 2.- Uso correcto de formulación, nomenclatura y lenguaje químico.
- 3.- Capacidad de análisis y relación.
- 4.- Desarrollo de la resolución de forma coherente y uso correcto de unidades.
- 5.- Aplicación y exposición correcta de conceptos en el planteamiento de los problemas.

Distribución de puntuaciones máximas para este ejercicio

OPCIÓN A

Cuestión 1A.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

Cuestión 2A.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

Cuestión 3A.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

Problema 1A.- 0,75 puntos los apartados a) y c), y 0,5 puntos el apartado b)

Problema 2A.- 1 punto cada uno de los apartados

OPCIÓN B

Cuestión 1B.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

Cuestión 2B.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

Cuestión 3B.- 0,5 puntos cada uno de los apartados

Problema 1B.- 0,75 puntos los apartados a) y b); 0,5 puntos el apartado c)

Problema 2B.- 1 punto cada uno de los apartados

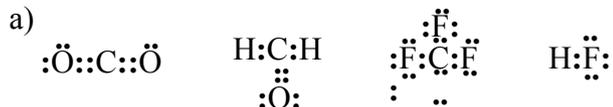
SOLUCIONES (ORIENTACIONES PARA EL CORRECTOR)
OPCIÓN A

Cuestión 1A.- Puntuación máxima por apartado: 0,5

Justificación para todos los apartados: debe cumplirse que $n = 1, 2, 3, \dots$; $l = 0, 1, 2, \dots, n-1$; $m_l = 0, \pm 1, \pm 2, \dots, \pm l$.

- Posible, es uno de los orbitales 5d.
- No es posible ya que m_l solo puede valer 0 ($l = 0$) y además no es un número entero.
- No es posible ya que l no puede adoptar valores negativos.
- Posible, es uno de los orbitales 3p.

Cuestión 2A.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.



- b) $\text{O}=\text{C}=\text{O}$ **Geometría lineal.** La disposición en la que los dos grupos de electrones alrededor del C tienen menor repulsión. También se acepta por hibridación: el carbono tiene hibridación sp y sus orbitales híbridos sp se orientan formando entre sí un ángulo de 180° .

H_2CO **Geometría trigonal plana.** El carbono está rodeado de tres grupos de electrones. La disposición en la que éstos tienen menor repulsión es la trigonal plana.

En esta molécula el carbono tiene hibridación sp^2 y sus orbitales híbridos sp^2 se orientan formando entre sí un ángulo de 120° .

CF_4 **Geometría tetraédrica.** El carbono está rodeado de cuatro grupos de electrones. La disposición en la que tienen menor repulsión es la tetraédrica.

En esta molécula el carbono tiene hibridación sp^3 y sus orbitales híbridos sp^3 se orientan formando entre sí un ángulo de 109° .

HF **Geometría lineal.** La única posible en una molécula diatómica.

- Las moléculas H_2CO y HF son polares. La diferencia de electronegatividad de los átomos crea enlaces polares, cuya resultante no se anula por la geometría de la molécula. Las moléculas CO_2 y CF_4 tienen momento dipolar cero. La geometría de estas moléculas hace que los momentos de enlace existentes se anulen entre sí dando una resultante nula.
- La única sustancia que presenta enlace de hidrógeno es el HF . El hidrógeno está unido a un átomo muy electronegativo, el flúor, y es atraído por el átomo de flúor de otra molécula vecina.

Cuestión 3A.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- Falsa. $K_p = p(\text{CO}) \cdot p(\text{H}_2) / p(\text{H}_2\text{O})$; la presión de C, al ser un sólido, no se incluye en la expresión de K_p .
- Falsa. C es un sólido, por lo que aumentar su cantidad no modifica el equilibrio.
- Verdadera. H tiene estado de oxidación +1 en H_2O y 0 en H_2 ; se reduce, luego actúa como oxidante.
- Verdadera. Aumentar la presión total del sistema equivale a disminuir el volumen total de la mezcla y el equilibrio se desplaza hacia donde se producen menos moléculas gaseosas (hacia la izquierda).

Problema 1A.- Puntuación máxima por apartado: a) y c) 0,75 puntos; b) 0,5 puntos

- $\text{CH}_3\text{OH}(\text{l}) + 3/2 \text{O}_2(\text{g}) \rightarrow \text{CO}_2(\text{g}) + 2 \text{H}_2\text{O}(\text{l})$
 $\Delta H^\circ(\text{combustión}) = (-393) + 2 \times (-294) - (-239) = -742 \text{ kJ}$ por cada mol de metanol quemado.
- moles $\text{CH}_3\text{OH} = 1000 \times 0,79 / (12 + 16 + 4) = 24,7$ moles
E desprendida: $24,7 \times 742 = 18327 \text{ kJ}$
- moles $\text{O}_2 = 24,7 \times 3/2 = 37,1$ moles; $PV = nRT$; $V = 37,1 \times 0,082 \times 310 / 5$; $V = 188,6 \text{ L}$

Problema 2A.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- $\text{HCOOH} \rightleftharpoons \text{H}^+ + \text{HCOO}^-$
 $\begin{array}{ccc} c(1-\alpha) & c\alpha & c\alpha \end{array}$
masa molecular (HCOOH) = $12 + 16 \times 2 + 1 \times 2 = 46$
 $[\text{HCOOH}] = (2,3 / 46) / 0,25 = 0,2 \text{ M}$
 $K_a = c\alpha^2 / (1-\alpha) = 1,8 \cdot 10^{-4}$; $\alpha \approx 0,03$
 $[\text{H}^+] = c\alpha = 0,2 \times 0,03 = 6 \cdot 10^{-3}$; $\text{pH} = -\log 0,006 = 2,2$
- Neutralización 1:1; moles $\text{HCOOH} = \text{moles KOH}$; $V = 0,05 \text{ L} \times 0,2 \text{ M} / 0,5 \text{ M} = 0,02 \text{ L}$

OPCIÓN B

Cuestión 1B.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) (1) $C + O_2 \rightarrow CO_2$
 (2) $H_2 + 1/2 O_2 \rightarrow H_2O$
 (3) $CH_3CH_2OH + 3 O_2 \rightarrow 2 CO_2 + 3 H_2O$
- b) Tienen entalpía de formación estándar nula los elementos en su forma más estable:
 $\Delta H_f(C) = \Delta H_f(O_2) = \Delta H_f(H_2) = 0$
- c) $\Delta H_c(C) = \Delta H_f(CO_2)$; $\Delta H_c(H_2) = \Delta H_f(H_2O)$; $\Delta H_c(C_2H_5OH) = 2 \times \Delta H_f(CO_2) + 3 \times \Delta H_f(H_2O) - \Delta H_f(C_2H_5OH)$
- d) $\Delta H_f(C_2H_5OH) = 2 \times \Delta H_f(CO_2) + 3 \times \Delta H_f(H_2O) - \Delta H_c(C_2H_5OH) = 2 \times \Delta H_c(C) + 3 \times \Delta H_c(H_2) - \Delta H_c(C_2H_5OH)$

Cuestión 2B.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) $HSO_4^- > HF > CH_3COOH > NH_4^+$
- b) $HSO_4^- + H_2O \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H_3O^+$ ó $HSO_4^- \rightleftharpoons SO_4^{2-} + H^+$
 $HF + H_2O \rightleftharpoons F^- + H_3O^+$ ó $HF \rightleftharpoons F^- + H^+$
 $CH_3COOH + H_2O \rightleftharpoons CH_3COO^- + H_3O^+$ ó $CH_3COOH \rightleftharpoons CH_3COO^- + H^+$
 $NH_4^+ + H_2O \rightleftharpoons NH_3 + H_3O^+$ ó $NH_4^+ \rightleftharpoons NH_3 + H^+$
- c) $NH_3 > CH_3COO^- > F^- > SO_4^{2-}$
- d) $HSO_4^- + NH_3 \rightleftharpoons SO_4^{2-} + NH_4^+$

Cuestión 3B.- Puntuación máxima por apartado: 0,5 puntos.

- a) $CH_3-CH=CH-CH_3 + HBr \rightarrow CH_3-CH_2-CHBr-CH_3$ Reacción de adición.
2-Bromobutano
- b) $CH_3-CH_2-CH_2OH \xrightarrow[\text{calor}]{H_2SO_4} CH_3-CH=CH_2$ Reacción de eliminación.
Propeno
- c) $CH_3-CH_2-CH_2-COOH + CH_3-CH_2-CH_2OH \xrightarrow{H^+} CH_3-CH_2-CH_2COOCH_2-CH_2-CH_3$
Butanoato de propilo
 Reacción de esterificación o condensación.
- d) $n (NH_2(CH_2)_5COOH) \rightarrow -[NH(CH_2)_5CO]_n-$
Poliamida (nailon o nylon)
 Reacción de condensación (polimerización por condensación).

Problema 1B.- Puntuación máxima por apartado: a) y b) 0,75 puntos; c) 0,5 puntos.

- a) $N_2(g) + 3H_2(g) \rightleftharpoons 2NH_3(g)$
 Moles equilibrio $2 - x$ $6 - 3x$ $2x$
 moles $NH_3 = 48,28 / 17 = 2,84$ moles $x = 1,42$ moles.
 moles $N_2 = 2 - 1,42 = 0,58$ moles ; $m(N_2) = 0,58 \times 28 = 16,24$ g de N_2
 moles $H_2 = 6 - 3 \times 1,42 = 1,74$ moles ; $m(H_2) = 1,74 \times 2 = 3,48$ g de H_2
- b) $K_c = [NH_3]^2 / ([N_2][H_2]^3) = (2,84/100)^2 / \{(0,58/100) \times (1,74/100)^3\} = 26397$
- c) $n(\text{total}) = 8 - 2x = 5,16$ moles
 $P = nRT / V = (5,16 \times 0,082 \times 973) / 100 = 4,12$ atm

Problema 2B.- Puntuación máxima por apartado: 1 punto.

- a) Cátodo: $Bi^{3+} + 3e^- \rightarrow Bi(s)$ 0,29 V
 Ánodo: $2Cl^- \rightarrow Cl_2(g) + 2e^-$ -1,36 V
 $2BiCl_3 \rightarrow 2Bi(s) + 3Cl_2(g)$ -1,07 V
- o bien $2Bi^{3+} + 6Cl^- \rightarrow 2Bi(s) + 3Cl_2(g)$
- b) $n(e^-) = 1,5 \times 7200 / 96485 = 0,112$ moles de e^-
 $n(Cl_2) = 0,112 / 2 = 0,056$ moles; $V(Cl_2) = nRT / P = 0,056 \times 0,082 \times 298 / 1 = 1,37$ L de Cl_2
 $n(Bi) = 0,112 / 3 = 0,037$ moles; $m(Bi) = 0,037 \times 209,0 = 7,73$ g de Bi